

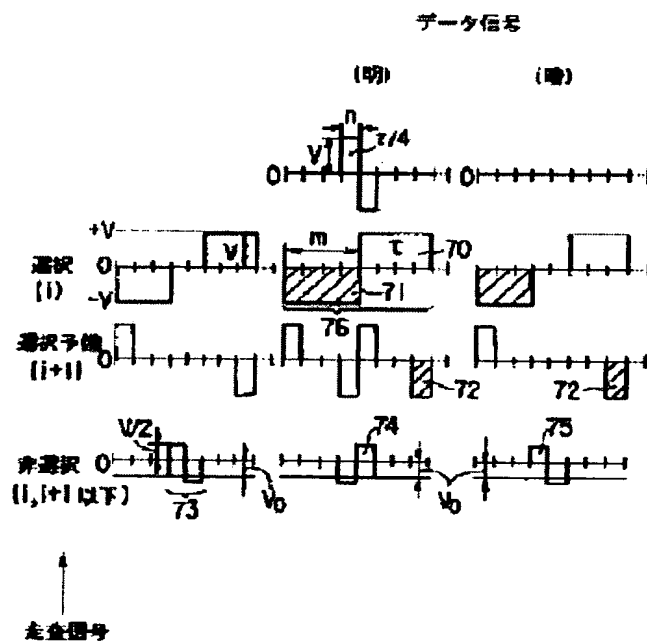
DRIVING METHOD FOR LIQUID CRYSTAL ELEMENT

Patent number: JP8313876
Publication date: 1996-11-29
Inventor: MINATO TAKAO; SUZUKI KATSUHIRO
Applicant: TOPPAN PRINTING CO LTD
Classification:
- international: G02F1/133; G09G3/36; G02F1/13; G09G3/36; (IPC1-7): G02F1/133; G09G3/36
- european:
Application number: JP19950121739 19950519
Priority number(s): JP19950121739 19950519

Report a data error here

Abstract of JP8313876

PURPOSE: To remarkably improve contrast by lowering the effective value of the non-selection pulse to be impressed in a non-selection period. **CONSTITUTION:** In the driving method of liquid crystal elements in which antiferroelectric liquid crystal presenting chiral smetic CA* layers is held in between crossing electrodes and a non-selection pulse string consisting of plural pulses having a pulse width shorter than the minimum pulse width (m) of the writing pulse of a selection period is impressable in the non-selection period T of crossing electrodes, this driving method is the driving method of liquid crystal elements in which the non-selection pulse is impressed only in the period of $(n/m)T$ at maximum in the non-selection period T and on the other hand, the DC voltage having a fixed polarity is impressed when the non-selection pulse is not impressed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-313876

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133	5 6 0		G 0 2 F 1/133	5 6 0
G 0 9 G 3/36			G 0 9 G 3/36	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-121739

(22) 出願日 平成7年(1995)5月19日

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 湊 孝夫

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 鈴木 克宏

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

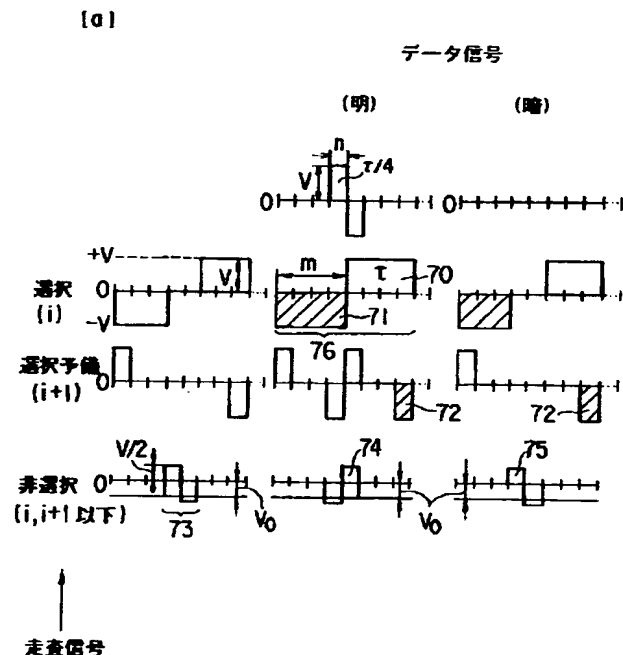
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 液晶素子の駆動方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、非選択期間に印加される非選択パルスの実効値を低下させ、コントラストの著しい向上を図る。

【構成】 カイラルスメクチックCA・層を呈する反強誘電性液晶を交差電極間に挟持し、交差電極の非選択期間Tには、選択期間の書込用パルスの最小のパルス幅mよりも短いパルス幅nをもつ複数のパルスからなる非選択パルス列が印加可能な液晶素子の駆動方法において、非選択期間Tでは、非選択パルスが最大で $(n/m)T$ の期間だけ印加される一方、非選択パルスが印加されないときには一定極性の直流電圧が印加される液晶素子の駆動方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カイラルスメクチックCA・層を呈する反強誘電性液晶を交差電極間に挟持し、前記交差電極の非選択期間Tには、選択期間の書込用パルスの最小のパルス幅mよりも短いパルス幅nをもつ複数のパルスからなる非選択パルス列が印加される液晶素子の駆動方法において、

前記非選択期間Tでは、前記非選択パルスが最大で (n/m) Tの期間だけ印加される一方、前記非選択パルスが印加されないときには一定極性の直流電圧が印加されることを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【請求項2】 強誘電性液晶を交差電極間に挟持し、前記交差電極の非選択期間Tには、選択期間の書込用パルスの最小のパルス幅mよりも短いパルス幅nをもつ複数のパルスからなる非選択パルス列が印加される液晶素子の駆動方法において、

前記非選択期間Tでは、前記非選択パルスが最大で (n/m) Tの期間だけ印加されることを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の液晶素子の駆動方法において、

前記 $n=1$ に対し、前記 $m=3, 4, 5, 6, 7, 8$ のうちのいずれかの値をとることを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の液晶素子の駆動方法において、

前記非選択パルスの波高値V₁は前記書込用パルスの波高値Vよりも $(1/2)V$ だけ低いことを特徴とする液晶素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、反強誘電性液晶又は強誘電性液晶を挟持する液晶素子の駆動方法に係わり、特に非選択期間に印加される非選択パルスの実効値を低下させ、著しくコントラストを向上し得る液晶素子の駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、産業用、OA用及び家庭用の表示装置として、液晶ディスプレイが用いられてきている。特に、強誘電性(Ferro-electric liquid crystal)又は反強誘電性(Anti Ferro-electric liquid crystal)を示す液晶を用いた液晶ディスプレイの実用化が研究されている。

【0003】この種の研究文献としては、例えば、「強誘電性液晶の構造と物性」(福田、竹添共著：(株)コロナ社1990年、以下、文献1という)があり、また、「次世代液晶ディスプレイと液晶材料」(福田監修：シーエムシー(株)1992年、以下、文献2という)がある。

【0004】これら強誘電性液晶又は反強誘電性液晶

は、いわゆる記憶保持が可能で、数10 μ s位の高速応答性を有するため、TFT(Thin-Film Transistor)又はMIM(Metal Insulator Metal)等の能動素子を用いずに単純なマトリックス駆動が可能で、且つ大容量で高画質、高精細な画像の表示を期待できる。

(反強誘電性液晶)反強誘電性液晶は、電場の印加可能な液晶パネル枠に保持され、図5に示すように、カイラルスメクチックCA・相と称される層構造をなしている。

【0005】典型的な反強誘電性液晶は、液体相→スメクチックA(SmA)→カイラルスメクチックC(SmC*)→カイラルスメクチックCA(SmCA*)の順に相変化を示す。なお、強誘電性液晶とは異なり、カイラルネマチック相がない。このため、層構造の完全なものは形成しにくい。材料によっては、上下のラビング方向を交差させるなどの手段により、強誘電性液晶に遜色ない層構造が形成可能である。なお、層構造は、層の中心部の折れ曲がったシェブロン構造となっている。

【0006】液晶分子11は棒状であり、層内に一端12を支点とし、他端が円錐上13に移動可能に位置している。液晶分子11は、円錐上13にて占める位置が決まっており、例えばU~B間のU'状態とD~B間のD'状態との2つの安定状態のうちの一方を占める。その占める位置は層内ではほぼ同じであり層毎に入替わっている。すなわち、電場Eがないときの液晶分子の方向は、層法線方向14から左右に交互にジグザグにするような反強誘電状態(以下、AFという)である。

【0007】スイッチングは、液晶分子11の長軸から垂直方向を向く自発分極成分Pが直流電場Eの極性に応じて向きを変えようとして、液晶分子11が円錐上13を移動することにより生じる。図6に示すように、図6(b)のAF状態に+Eの直流電場Eを印加すると、全ての層の液晶分子11(自発分極P)が同じ方向を向く強誘電状態(図6(a)、以下、F⁺状態という)に転移する。逆方向の電場(-E)を印加すると、液晶分子の方向が全て入れ替わる他方の強誘電状態(図6(c)、以下、F⁻状態という)に転移する。一方のF⁺状態は、電場Eの極性を反転すると、他方のF⁻状態に転移する。F⁺状態とF⁻状態とは、電場Eを遮断すると、AF状態に転移する。したがって、とりえる状態は安定な1つの反強誘電状態AFと電場で誘導される2つの強誘電状態F⁺、F⁻である。スイッチングを誘起するトルクは積P・Eに比例する。転移はある明確な閾値以上の電場の強さ(E \geq E_c)で生じる。しかしながら、E<E_cであっても電場に追従する液晶分子11の揺動がある。

【0008】これら3つの状態を使って図7に示す光学的な配置により、光透過量が制御可能となっている。クロスニコル下でAF状態の分子軸を一方の偏光板の軸方向に一致させて暗状態とし、残りの2つの強誘電状態が

明状態を呈するようにしたものである。このような配置で三角波を印加して光変化量の変化をトレースすると、図8の如き、2重ヒステリシスを呈する。

【0009】こうした液晶を複数の交差電極に挟持して画像を表示する際には、選択時に反強誘電状態（暗）又は強誘電状態（明）を選択し、非選択時には選択時における選択状態が保持されるようにする。

【0010】これは、選択時と非選択時とを含む1フレーム期間内に印加された信号の平均値に応答する、いわゆるネマチック液晶の累積応答とは本質的に異なる。2重ヒステリシス系の基本的且つ典型的手法は、文献2の102頁以降に開示されている。

【0011】この種の駆動法は、図9に示す如き、単位の波形群が用いられる。図8から分かるように、一定の正負の電圧 $\pm V$ 、 $(|V_L| \leq |V|, |V| \leq |V_U|)$ で明状態41と暗状態42との2状態が保持可能である。従って、パルスを印加する前の始状態が F^- のとき、閾値 V_c より大きな波高値 $(V_s + V_b)$ のパルス50で F^+ の明状態41を形成し、閾値 V_c より小さな波高値 $(V_s - V_b)$ のパルス51で暗状態42を形成する。逆に始状態が F^+ 側は、 $-(V_s - V_b)$ で暗状態42、 $-(V_s + V_b)$ で明状態41を形成する。これらの状態は非選択期間にて V_0 （ $\equiv V_c$ ）の保持電圧があれば保持可能である。このため、非選択電極から一定電圧 V_0 を印加する。データ電極からは波高値 V_b の双極性パルス52、53が印加される。保持電圧 V_0 の極性が同じだと電荷が偏るので、原則としてフレーム毎に全ての単位波形の極性を反転する。このようにしても、明暗の書込みが可能なのは図8から明らかである。

【0012】このような電圧変調駆動では、非選択期間には2つのデータ信号 $\pm V_b$ が保持電圧 V_0 に絶えず重畳され、バイアス信号が交流的に揺らぐ。これにより、明暗の2状態とも揺動して光が漏れてコントラストが低下する。特に暗状態の光の漏れが問題となっている。

【0013】一方、本出願人は、非選択期間に誘電的トルクの支配的な作用により、電圧変調で生じる分子軸の揺動による光の漏れを抑止するパルス幅駆動法の特開平6-67155号公報等にて開示した。このパルス幅駆動法は、非選択期間のパルス列の周波数を増加させることにより、自発分極成分を追従不可能とさせ、分子軸の揺動を抑止するものである。また、液晶の構造がシェブロン構造であることにより、誘電的トルクにより液晶分子を基板から傾けてコントラストの向上を期待できるものである。

（強誘電性液晶）強誘電性液晶は、電場の印加可能な液晶パネル枠に保持され、図10に示すように、カイラスメクチックC層と称される層構造をなしている。この層構造は、層の中心部の折れ曲がったシェブロン構造である。

【0014】図内の液晶分子61は、棒状であり、図内

にて一端62を支点とし、他端が円錐上63に移動可能に位置している。液晶分子61は、円錐上63にて占める位置が決まっており、例えばU~B間のU'状態とD~B間のD'状態との2つの安定状態のうちの一方を占める。電場のないときの占める位置は、液晶分子61が基板64、65とほぼ平行となる位置である。

【0015】スイッチングは、液晶分子61の長軸から垂直方向を向く自発分極成分Pが直流電場Eの極性に依りて向きを変えようとして、液晶分子61が円錐上63を移動することにより可能となる。円錐上63にてスイッチングを誘起する移動トルクは積 $P \cdot E$ に比例する。転移はある明確な閾値以上の電場の強さ（ $E \geq E_c$ ）で生じる。しかしながら、 $E < E_c$ であっても電場に追随する液晶分子の揺動がある。

【0016】こうした液晶を複数の交差電極に挟持して画像を表示する際には、選択時には2つある強誘電状態（図6の（a）と（c））のいずれかを選択し、非選択時には選択時における選択状態が保持されるように駆動する。

【0017】直流応答では、形式的に区別可能な2つの駆動方法がある。一つは電圧変調駆動である。これは、印加波形列の個々のパルスの幅 τ を基本的には一定とし、選択時と非選択時の波高値を変化させて書込み（選択時）と非書込み（非選択期間）をするように印加波形を構成する。別の一つは波形列の波高値は基本的には一定であって、パルスの幅を変化させて書込みと非書込みとを行なうものである。さらに、別方法としては、これらの組合せが考えられる。いずれを選択するかは、始めに駆動波形に対する液晶の応答特性が考慮され、次に駆動の容易さ等から決定される。駆動方式自体からでは、優劣の判断が困難である。

【0018】電圧変調駆動方式は、例えば特開昭61-156229号公報、特開昭62-65632号公報、前記文献2、116頁等にて開示されている。この特徴は選択時には波高値 V をもつパルスが印加され、非選択期間には波高値 $V/3$ をもつパルスが印加されることである。この種の電圧変調駆動方式では、波高値 $V/3$ 以下のパルス、例えば $V/4$ のパルスを印加可能で好ましいものであるが、同時に波高値 $V/2$ のパルスが含まれるなどの問題がある。

【0019】パルス幅変調の波形例は、例えば特開昭63-307432号公報、特開平6-67155号公報等にて開示されている。これでは、パルス幅を1フレームにわたって一定にできるのは、パルス幅の比が2:1のときであり、その他の比のときでは波高値の大きいパルスが含まれる。

【0020】駆動方法の選択で留意すべきことは、非選択信号に対する液晶の応答である。非選択期間のバイアス信号をなくすことは不可能であり、液晶は必ずこのバイアス信号に

はスイッチングと同じ起源の直流応答 $P \cdot E$ である。もし自発分極成分 P が応答する大きさのバース幅であると、液晶分子が揺動して光が漏れ、最悪の場合、状態が反転する。基本周波数が一定である電圧変調ではこの現象は避けがたい。

【0021】もう1つは、誘電的な応答で、強さは $\epsilon_i E^2$ ($i = 1, 2, 3$) に比例する。ここで、 ϵ_i は液晶分子を回転楕円体で近似した場合の誘電テンソルの3つの固有値 ($\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$) である。図11(a)に示すように、 ϵ_3 は長軸方向、 ϵ_2 及び ϵ_3 は短軸方向の2成分である。誘電応答は自発分極成分 P が応答するバース幅よりもバース幅が短くなると支配的になるが、直流応答とは異なり、液晶分子が揺動しない。

【0022】液晶分子61の円錐上63の変位の仕方は、 ϵ_i の相対的な大きさにより決まるが、必ず最大の ϵ_i が電場に平行になるように液晶分子61が移動する。また、 ϵ_2 が円錐の接線方向にあるように移動する。この様子を図11(b)を使って説明する。液晶分子61は、例えば円錐上63のU~B間のU'又はD~B間のB'に位置する。液晶分子61は、 ϵ_3 が最大のとき、円錐上63にてU'からUに又はB'からDに向かって移動する。液晶分子61は適切な誘電的トルクであれば、U又はD近傍に拘束される。ここで、 ϵ_2 が最大であると、U又はDに確実に拘束される。しかし、 ϵ_1 が最大であると、基板64、65と平行になるようにBに向けて液晶分子61が移動するが、この移動は好ましくない。すなわち、シェブロン構造では、誘電的トルクによる分子軸の変化方向が極めて重要であり、この変化方向がディスプレイとしてのコントラストを決定している。

【0023】従来のほとんどの駆動技術が電圧変調駆動を前提としている。しかしながら、電圧変調駆動方式は、基本的な周波数が自発分極成分 P の支配的な領域であるため、光の漏れが不可避であり、実用的でない。

【0024】一方、これを改善する技術としては、 $\tau - V$ 最小法 (J.C. Jones 他, Ferro electrics, 1991, 121巻, 63~71頁) が公知である。この技術は、強誘電性液晶の電圧-応答速度の係に極小値が現れることを有効につかう方法である。しかしながら、 $\tau - V$ 最小法は、液晶の誘電異方性 $\Delta \epsilon (= \epsilon_3 - (\epsilon_2 + \epsilon_1) / 2)$ が負で、 $\delta \epsilon (= \epsilon_2 - \epsilon_1)$ が正である液晶しか利用できず、利用可能な液晶を限定することになる。また、非選択期間に応答速度の遅くなる高電圧を印加できず、不徹底な駆動方法である。

【0025】本出願人は、非選択期間に誘電的トルクの支配的な作用により、電圧変調で生じる分子軸の揺動による光の漏れと状態遷移を完全に抑止する駆動法の特開平6-67155号公報等にて開示した。これは非選択信号列の周波数を問題のない程度に増やして、積極的に利用するものと音回素面動的な駆動技術である。/付言

すれば、誘電的トルクと直流応答とが共存する駆動方法はより高周波の駆動となるので効果がよわい (Y. Salo 他, Proceedings of SID, Vol. 28/2, 189 ページ, 1987年)。係る駆動技術はスメクチック層がシェブロン構造を呈することに基づいて、誘電的トルクにより液晶分子を基板から傾ければ、コントラストが最大値に漸増し、且つ拘束されることを用いる。傾く条件は ϵ_3 か ϵ_2 のいずれか一方が最大であればよく、この条件は、 $\tau - V$ 最小法の誘電異方性が負である条件よりも広いため、利用可能な液晶の範囲を広げている。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら以上のような液晶素子の駆動方法では、以下に述べるような問題がある。

(反強誘電性液晶) 本発明者の実験では、誘電的トルクを作用させても分子軸の揺動抑止効果がなく、むしろ逆効果となった。これは、配向性の向上した試料では、保持電圧 V_0 により液晶分子がほぼUとDの位置にあって完全な明と暗の状態を呈しており、許容限界に近いコントラストが得られている。また、液晶の自発分極成分 P が大きいと、かなり高周波域のバースを印加しても自発分極成分 P の揺動が抑止されず、むしろ高周波を印加しない方が揺動が抑止されるためである。さらに、高周波の印加には、消費電力が大となる問題がある。

【0027】従って、駆動波形としては、非選択時に自発分極成分 P の応答を可能な限り低減させるように、交流成分の少ないバイアス信号列であることが求められる。

(強誘電性液晶) 本発明者の実験では、誘電的トルクを作用させても分子軸の揺動抑止効果がなく、むしろ逆効果となった。これは、カラー化の場合、安定な2状態 (U' と D') は着色してはならず、双安定性の確実であることが望ましいからである。双安定性の確実性は、一般にセルギャップが1.5 μm 程度以下で満たされる。この場合、コントラストは最大値よりは下回るが、十分である (U' はUに近い位置にあり、D' はDに近い位置にある)。コントラストをより高めるには、誘電的トルクを作用させるしかないが、こうしてもセルギャップの厚い場合 (1.8~2.5 μm) のような効果がなかった。

【0028】すなわち、誘電的トルクをより大とするため、電圧を増加したり、自発分極成分 P の寄与を低減させるように、より高周波にすると配向層に多数の線状の欠陥が発生した。欠陥の発生原因は、層構造の柔軟性がなくなるためと推定された。セルギャップが狭い場合、非選択期間のバースの数は可能な限り少なく、波高値が可能な限り低い方が液晶分子の揺動が少なく初期安定状態のコントラストに近かった。

【0029】本発明は上記実情を考慮してなされたもので、非選択期間に印加される非選択バースの電効を低

下させ、著しくコントラストを向上し得る液晶表示素子の駆動方法を提供することを目的とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】請求項1に対応する発明は、カイラルスメクチックCA*層を呈する反強誘電性液晶を交差電極間に挟持し、前記交差電極の非選択期間Tには、選択期間の書込用パルスの最小のパルス幅mよりも短いパルス幅nをもつ複数のパルスからなる非選択パルス列が印加される液晶素子の駆動方法において、前記非選択期間Tでは、前記非選択パルスが最大で (n/m) Tの期間だけ印加される一方、前記非選択パルスが印加されないときには一定極性の直流電圧が印加される液晶素子の駆動方法である。

【0031】また、請求項2に対応する発明は、強誘電性液晶を交差電極間に挟持し、前記交差電極の非選択期間Tには、選択期間の書込用パルスの最小のパルス幅mよりも短いパルス幅nをもつ複数のパルスからなる非選択パルス列が印加される液晶素子の駆動方法において、前記非選択期間Tでは、前記非選択パルスが最大で (n/m) Tの期間だけ印加される液晶素子の駆動方法である。

【0032】さらに、請求項3に対応する発明は、請求項1又は請求項2に対応する液晶素子の駆動方法において、前記 $n=1$ に対し、前記 $m=3, 4, 5, 6, 7, 8$ のうちのいずれかの値をとる液晶素子の駆動方法である。

【0033】また、請求項4に対応する発明は、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に対応する液晶素子の駆動方法において、前記非選択パルスの波高値 V_0 は前記書込用パルスの波高値 V よりも $(1/2)V$ だけ低い液晶素子の駆動方法である。

【0034】

【作用】従って、請求項1に対応する発明は以上のような手段を講じたことにより、反強誘電性液晶を用いた液晶素子を駆動する際に、非選択期間Tでは、非選択パルスが最大で (n/m) Tの期間だけ印加される一方、非選択パルスが印加されないときには一定極性の直流電圧が印加されるので、非選択期間に印加される非選択パルスの実効値を低下させ、著しくコントラストを向上させることができる。

【0035】また、請求項2に対応する発明は、強誘電性液晶を用いた液晶素子を駆動する際に、非選択期間Tでは、非選択パルスが最大で (n/m) Tの期間だけ印加されるので、非選択期間に印加される非選択パルスの実効値を低下させ、著しくコントラストを向上させることができる。

【0036】さらに、請求項3に対応する発明は、請求項1又は請求項2に対応する n の値を1とすると、 $m=3, 4, 5, 6, 7, 8$ のうちのいずれかの値をとるの

値を適切な範囲にして動作の最適化を図ることができる。

【0037】また、請求項4に対応する発明は、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に対応する非選択パルスの波高値 V_0 が書込用パルスの波高値 V よりも $(1/2)V$ だけ低いので、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に対応する作用に加え、非選択時の実効電圧をより低下でき、さらに、コントラストを向上させることができる。

【0038】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明するが、その前に、本発明の原理を説明する。

（反強誘電性液晶）反強誘電性液晶は、液体相から直接析出するSmA相に欠陥が多いため、完全なカイラルスメクチック相の層構造の形成が困難である。これはSmA相におけるドメインの層方向が一義的に決まらないことから、ねじれあるいはドメイン毎の層方向の異なりがあるので、ドメインの会合部が欠陥として残存することによる。この欠陥はSmCA*相に引継がれる。これら雑多な欠陥は、発生するSmA相のドメイン内部の層方向を揃えることにより、自然に全てのドメインの層方向を一致させてドメイン会合部の層方向のくい違いを減少させることにより低減可能である。欠陥低減のための具体的な方式としては、液晶を挟持する上下の配向膜のラビング方向を交差させ、層方向を均一化可能なのが確認済である。

【0039】交差角度は、液晶-配向膜により異なるので適切な角度が実験的に選択されるが、概ね数度から十数度である。雑多な欠陥を減少させて層構造を完全化すると、シェブロン構造特有のジグザグ欠陥が顕在化する。これは実施例で述べる液晶パネルの内部構造と冷却方法を併用することにより、完全に除去可能である。こうして従来にない暗状態を呈する反強誘電状態が得られる。こうした配向状態は、液晶に依存するが、1.8~1.3 μm 程度のセルギャップを用いた方がより厚いセルギャップの場合よりも容易に形成可能である。加えて、液晶の屈折率異方性によるが、この程度の厚さの方が明状態の着色が少なく、カラー化に好適である。さらに、保持電圧 V_0 で保持される明状態の明度が高く実用レベルにあることである。一方、初期配向状態も十分な暗さで光のリークがない。これらの明暗が非選択期間に保持されれば全く問題がない。前述したように、非選択期間に印加される交流成分においては、正負のパルス数が少ない程よく、波高値は小さい方がよい。非選択期間全体で交流成分を含まずに一定電圧を印加できればよいが、これは不可能である。

【0040】電圧変調駆動では、電圧を電圧方向に重ね合わせるので、一般には2つのデータ信号とも必ず正負の連続したパルス列からなる。このとき、一定で振動し

ない電位差を実現することは、可能であるものの全走査時間が延長されるため、望ましくない。

【0041】バイアス電圧に重畳されるデータ信号に、零電圧の期間を自然に含むには、時間軸方向にパルスをつなげるパルス幅変調しかない。次に、反強誘電性液晶に係る本発明の原理を図1の4:1のパルス幅比の単位波形群を用いて説明する。

【0042】まず斜線部で示す選択時間内のパルス71と選択予備部のパルス72の結合により、状態がリセット（例えばF⁻の明状態の形成）される。リセットパルスの幅は、 τ と $5\tau/4$ とがあるが、両者のうちの短い幅 τ の方で十分である。このリセット状態にパルスの幅が τ で波高値がVの単パルス70が印加されると、同じ明状態であるF⁺状態へのスイッチングが生じる。暗側では幅が $3\tau/4$ のパルスが印加されるが、このエネルギーではF⁺状態に反転せず、AF状態に変化する。一般にAF状態への変化はF⁺状態への変化より時間がかかるので、パルスの基本幅 τ がこの条件から決められる。この書込みが終わると、非選択信号である保持電圧V₀を印加する。これにより、明暗状態が確実に保持される。このままでは、保持電圧により電荷が偏るので、1フレーム毎に全ての単位波形の極性を反転する。これは先述した場合と同様である。

【0043】これらの波形群は、正負の電荷量の偏りを阻止するために選択時間が 2τ となっている。 τ を基本単位として非選択部のパルスの幅を $\tau/4$ としているので、選択時のパルス幅と非選択時のパルス幅の比は、4:1である。全走査時間は走査線数をNとして $2\tau N$ である。 τ は一定のVに対して反転可能な最小の時間を示し、 τ よりパルス幅が短いと、スイッチングが発生しない。

【0044】明状態のデータ信号はパルス幅 $\tau/4$ 、波高値 $\pm V$ の1つの双極性パルスを含んで構成される。暗状態のデータ信号は、パルスを含まない0Vの定電圧である。本発明では選択予備信号を含めて選択信号とする。

【0045】保持電圧が一定であるので、これらの単位波形群では1フレームの非選択期間の長さをTとすると、最大でT/4の期間しかパルス列が印加されない。データ線上の全画素が暗であると、非選択期間にはパルス列が全く印加されない。こうした駆動波形はいままで発明されてないが、平均的にみればT/4~0の間はパルス列がある。書込みに要する波高値を $|V|$ とすると、非選択期間の実効電圧が $|V|/4$ 以下となる。この実効電圧 $|V|/4$ 以下の値は、従来との単純な比較は困難であるが、電圧変調駆動方式における非選択期間の実効電圧 $|V|/3$ よりも小さいので、液晶分子の揺動防止効果が極めて顕著である。

【0046】これだけでは表示パターンにより画素毎の光透過量の差がある可能性がある。この可能性を根本的に

に除去し、且つ非選択期間の実効電圧をさらに減少させるため、非選択走査信号として、選択時及び選択予備時のパルス70~72よりも波高値の低い双極性パルス73を保持電圧V₀に重畳したものを印加する。これにより暗状態にも波高値V/2の双極性パルスが印加され、明状態では波高値を半減させる。もちろん厳密にV/2にする必要はなく、ある程度の幅をもたせてもよい。

【0047】この場合、非選択期間に適当な時間を隔てて、同極性の2つのパルス74、75が発生することがある。しかしながら、同極性の2つのパルス74、75が発生しても、あるいは1つのパルスを極性反転しても、光透過量には差がなかった。これにより、表示パターン毎の濃度差が消失し、非選択期間の実効電圧が半分の $|V|/8$ になる。光透過量の差は、このように実効電圧が $|V|/8$ まで低下すると、実効電圧0Vのときと殆ど識別困難である。なお、データ信号の波高値はV以外でもよく、書込める範囲でより小さくすれば、さらに非選択期間の実効電圧を低下可能である。

【0048】この4:1のパルス幅変調の波形例は容易に任意のパルス幅比に拡張可能である。この手法は、明状態の書込用の双極性パルス76から時間軸上の中心部を双極性を保って任意の長さだけ切取ってデータ信号とし、残りを選択走査信号とすることである。いま、書込用双極性のうちの片側の単パルスの幅を $m\tau'$ 、データ信号の単パルスの幅を $n\tau'$ で示す。 m 、 n は適当な整数で、 $\tau = m\tau'$ である。こうすると、非選択期間Tのうちパルス列の占める期間は $(n/m)T$ で示される。残りは一定の保持電圧V₀に占められる。非選択期間は $(N-2)\tau$ であり、選択予備分は除外される{全走査時間-選択期間-選択予備分 $= 2\tau N - 2\tau - 2\tau = (N-2)\tau$ }。AFへの変化が遅い場合、 $n\tau'$ を単位として基本信号の長さを長くする(図1の追加の部分)ことができる。この時付け加わる部分の波高値はゼロである。この場合実質的にmが増したことになる。

【0049】非選択時の実効電圧は、保持電圧V₀を無視すると、波高値Vのときに $(n/m)V$ である。本実施例では、非選択時のパルスの波高値V/2であり、実効電圧が $(n/m)(V/2)$ と半減する。

【0050】 $n=1$ である必要はないが、 $n=1$ としても一般性を失わない。 m が大となるに伴い、書込パルスの幅 $m\tau'$ と、反転しては困る暗書込用パルスの幅 $(m-n)\tau'$ が漸近する。漸近しても全画素電極で安定的に書込可能であればよいが、実際にはセルギャップ等の分布により閾値は異なっている。この点から余り大きなmは好ましくなく、電力消費の点からも望ましくない。一方、mを小とすると、非選択期間のパルス列の占める時間が増えて実効電圧が増加し、液晶分子の揺動が大となる。よって、 $m=3\sim 8$ の範囲が好ましい。このとき非選択期間の実効電圧は $m=4$ でV/8、 $m=5$ でV/10、 $m=6$ でV/12となる。このような低い実効電

圧は本発明でしか得られない。本発明では省略するが、パルスの占める割合を (n/m) Tと同じで、走査時間を半減(τN)することもできる。

(強誘電性液晶)セルギャップが $2\mu\text{m}$ 程度と厚い場合、層内の液晶分子はユニフォーム状態でなく、ツイスト状態をとりやすい。このため、消光位が明確でなく、コントラストが低い。従って、誘電的トルクを作用させることが高コントラスト化に不可欠である。

【0051】一方、セルギャップが $1.5\mu\text{m}$ 程度であると、層内はユニフォーム状態となって高い明暗のコントラストを有し、実用化レベルにある。シェブロン構造のため、分子軸を基板からより傾ければ、高コントラスト化の観点からなお望ましい。傾きの増大は、液晶分子が基板から浮き上がる角度を大きくする配向膜の使用により、幾分かは実現される。このような高コントラストが非選択期間に保持されれば全く問題がない。誘電的トルクを作用させる必要がないから、誘電率の大小で液晶を制限する必要がなく、汎用性が高い。

【0052】具体的なパルス幅変調駆動方法としては反強誘電性液晶とほぼ同様であり、図2に $m:n=4:1$ の場合を示すように、反強誘電性液晶の場合の図1と同一の書込用パルス、データ信号及び選択走査信号が適用される。すなわち、明状態の書込用の双極性パルス81から時間軸上の中心部を双極性を保って任意の長さだけ切取ってデータ信号82とし、残りを選択走査信号83としている。

【0053】但し、非選択パルス84においては、図2に示すように、強誘電性液晶の性質上、直流バイアス成分がない。なお、非選択パルスの交流成分は、反強誘電性液晶の場合と同様に、書込用パルスの波高値 V の半分

の波高値 $V/2$ となっている。

【0054】次に、このような原理を用いた本発明の実施例に係る液晶素子について説明する。

(反強誘電性液晶)この液晶素子における液晶パネル枠は、ストライプ状の透明電極を有する第1及び第2のガラス基板上が反強誘電性液晶を挟持するように形成されている。

【0055】ここで、第1のガラス基板はA4サイズであり、透明電極が基板の長手方向に平行に、線幅 $270\mu\text{m}$ 、スペース $30\mu\text{m}$ 、ピッチ $300\mu\text{m}$ 、厚さ 150nm の条件で形成され、透明電極を有する面上に珪素酸化物が厚さ 100nm に絶縁膜として形成され、絶縁膜上に樹脂濃度2%のポリイミド溶液(商品名HL1110、日立化成(株)製)が 1000 回転/分の速度で20秒間スピンコートされ、 180°C で1時間焼成されて厚さ 100nm のポリイミド膜が形成され、ポリイミド膜にラビングによる一軸配向処理が電極方向と直角に施され、第1の透明パネルが形成される。

【0056】一方、第2のガラス基板もA4サイズであり、透明電極が基板の短手方向であって、ラビング方向

がこの電極方向と平行であるが、その他の条件を同一として作成され、配向処理済のポリイミド膜上にポジ型フォトレジスト溶液(商品名MP-S1400、シブレイ・ファーマーイースト社(株)製)が厚さ $1.7\mu\text{m}$ にスピンコートされ 90°C で乾燥されストライプパターンマスクを用いてマスク露光及びアルカリ現像液を用いて現像され、 150°C 、60分でポストバークされて線幅 $20\mu\text{m}$ 、ピッチ $300\mu\text{m}$ 、高さ $1.7\mu\text{m}$ 、長さ 20cm のストライプ状の隔壁部材が各透明電極を互いに隔てるように形成され、第2の透明パネルが形成されている。

【0057】次に、第1及び第2の透明パネルは、互いにラビング方向を一致させるように互いに透明電極が直交するように位置合せされて重ね合わされ、各透明パネル間が減圧されて互いに密着され、 170°C まで昇温され、1時間保持された後、冷却され圧力が外される。

【0058】これにより、第1及び第2の透明パネル間に $1.5\mu\text{m}$ のセルギャップを有した液晶パネル枠が作成される。また、この液晶パネル枠に反強誘電性液晶(商品名CS4000、チッソ(株)製)が封入され、欠陥低減処理され、マトリックス駆動用の液晶素子が形成される。

【0059】液晶の封入方式としては、液晶パネル枠が真空オープン中にて約 110°C に保持され、一旦、減圧された後、封入口が反強誘電性液晶にて塞がれ、温度を略一定に保持した状態で圧力が大気圧に戻され、反強誘電性液晶が封入口から毛管現象により透明パネル間に8時間かけて導入され、 60°C まで徐冷されて一応配向した SmC_A^* 相を得た。しかる後、液晶パネル枠はエポキシ樹脂で完全に封入口が封止される。

【0060】欠陥低減処理としては、液晶パネル枠を約 105°C のトンネル炉に浸して液晶を完全に液体相とし、隔壁部材に平行に $5\text{mm}/\text{分}$ の速度で引上げた。引上げ方向はラビングの進行方向とは逆向きとした。これにより、全く欠陥のないC2配向状態が得られた。これは明状態と暗状態とが共存しており、コントラストが約20と十分な値であった。

(強誘電性液晶)液晶素子は、前述した反強誘電性液晶の場合とほぼ同様の処理により作成される。但し、液晶としては、強誘電性液晶(商品名CS1014、チッソ(株)製)が使用される。また、液晶の封入の際に、真空オープンは、強誘電性液晶が液体相を呈する温度である 90°C に保持される。さらに、欠陥低減処理の際に、温水中に浸される温度は約 90°C となっている。

【0061】次に、以上のような液晶素子の駆動方法について説明する。

(反強誘電性液晶)走査側とデータ側の1組の電極を選択し、図3に示すように、書込用パルス91、92と非選択バイアス部93とを波形発生器で発生し、電気光学

【0062】書込用パルス91, 92の波高値を15Vとし、非選択バイアス部93の直流バイアス成分の波高値 $V_0 = 10V$ 、非選択バイアス部93の交流成分(非選択パルス)の波高値 $V_a = 0V$ としたとき、書込用パルス91, 92による明暗書込可能な最小のパルス幅 $\tau = 120\mu s$ を求めた。パルス幅 $\tau < 120\mu s$ の場合、書込不能であった。

【0063】次に、書込用パルス91, 92を波高値1*

書込用パルスの・非選択バイアス部の 最小のパルス幅・パルス幅	非選択バイアス部の パルス幅(μs)	コントラスト
m : n		
2 : 1	60	10
3 : 1	40	15
4 : 1	30	16
6 : 1	20	19
比較例	4 : 1 電圧変調	8

*5V, パルス幅 $\tau = 120\mu s$ の条件とし、続いて、非選択バイアス部93を直流バイアス成分の波高値 $V_0 = 10V$ 、交流成分の波高値 $V_a = 15V$ としたとき、非選択バイアス部93のパルス幅を変えて明状態と暗状態とのコントラストを調べた。結果を次の表1に示す。

【0064】

【表1】

【0065】このように、コントラストは、 $m:n$ の比が3:1~6:1の範囲にある場合、非常に良好であった。特に、非選択バイアス部93のパルス幅が $20\mu s$ の場合、 $V_0 = V_a = 0V$ の場合と識別困難であった。

【0066】次に、 $m:n$ の比が2:1~6:1の全ての場合に、非選択バイアス部93の交流成分の波高値 $V_a = 7.5V$ として半減させたところ、パルス幅が $40\mu s$ 以下ではいずれもコントラストが19~20程度となり、相互に区別が困難であった。

【0067】なお、比較のために電圧変調駆動方式により、パルス幅 $120\mu s$ 、直流バイアス成分の波高値 $V_0 = 10V$ 、交流成分の波高値 $V_a = 3.75V$ とした完全な交流の非選択パルスを印加してコントラストを測定したが、表1に示すように、コントラストが大きく低下していた。

(強誘電性液晶) 図4に示す波形を用いて反強誘電性液晶とほぼ同一の実験を行ない、表1とほぼ同一の結果を得た。

【0068】但し、波高値 $V = 10V$ 、非選択期間においては、強誘電性液晶の性質上、直流バイアス成分がなく、交流成分は前述同様に波高値 $V_a = 5 \sim 10V$ として、表1に示すようにパルス幅を変化させたものである。

【0069】上述したように本実施例によれば、反強誘電性液晶を用いた液晶素子を駆動する際に、非選択期間Tでは、非選択パルスが最大で $(n/m)T$ の期間だけ印加される一方、非選択パルスが印加されないときには一定極性の直流電圧が印加されるので、非選択期間に印加される非選択パルスの実効値を低下させ、著しくコントラストを向上させることができる。

【0070】また、本実施例によれば、強誘電性液晶を用いた液晶素子を駆動する際に、非選択期間Tでは、非

選択パルスが最大で $(n/m)T$ の期間だけ印加されるので、非選択期間に印加される非選択パルスの実効値を低下させ、著しくコントラストを向上させることができる。

【0071】さらに、本実施例によれば、 n の値を1とすると、 $m=3, 4, 5, 6, 7, 8$ のうちのいずれの値でも良好なコントラストを確認したので、 m の値を適切な範囲にして動作の最適化を図ることができる。

【0072】また、本実施例によれば、非選択パルスの波高値 V_a が書込用パルスの波高値 V よりも $(1/2)V$ だけ低いので、非選択時の実効電圧を低下でき、さらに、コントラストを向上させることができる。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明によれば、反強誘電性液晶を用いた液晶素子を駆動する際に、非選択期間Tでは、非選択パルスが最大で $(n/m)T$ の期間だけ印加される一方、非選択パルスが印加されないときには一定極性の直流電圧が印加されるので、非選択期間に印加される非選択パルスの実効値を低下させ、著しくコントラストを向上できる液晶素子の駆動方法を提供できる。

【0074】また、請求項2の発明によれば、強誘電性液晶を用いた液晶素子を駆動する際に、非選択期間Tでは、非選択パルスが最大で $(n/m)T$ の期間だけ印加されるので、非選択期間に印加される非選択パルスの実効値を低下させ、著しくコントラストを向上できる液晶素子の駆動方法を提供できる。

【0075】さらに、請求項3の発明によれば、請求項1又は請求項2に対応する n の値を1とすると、 $m=3, 4, 5, 6, 7, 8$ のうちのいずれかの値をとるの

で、請求項1又は請求項2の効果に加え、 m の値を適切な範囲にして動作の最適化を図ることができる液晶素子の駆動方法を提供できる。

【0076】また、請求項4の発明によれば、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に対応する非選択パルスの波高値 V_0 が書込用パルスの波高値 V よりも $(1/2)V$ だけ低いので、請求項1乃至請求項3のいずれか1項の効果に加え、非選択時の実効電圧を低下でき、さらに、コントラストを向上できる液晶素子の駆動方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る駆動方式の原理を反強誘電性液晶に適用するときの信号波形図、

【図2】本発明に係る駆動方式の原理を強誘電性液晶に適用するときの信号波形図、

【図3】実施例における反強誘電性液晶に適用される信号波形図、

【図4】実施例における強誘電性液晶に適用される信号波形図、

【図5】一般的な反強誘電性液晶のカイラルスメクチック

ク相の層構造を示す斜視図と層内の液晶分子の挙動を説明するための模式図、

【図6】一般的な反強誘電性液晶のカイラルスメクチック相の液晶分子の向きを状態毎に説明するための平面図、

【図7】一般的な反強誘電性液晶にて光透過量を制御する場合の偏光子との光学的配置を示す図、

【図8】一般的な反強誘電性液晶の光透過率の電圧依存性を示す図、

10 【図9】一般的な反強誘電性液晶を挟持する液晶素子の電圧変調駆動方式を説明するための信号波形図、

【図10】一般的な強誘電性液晶のカイラルスメクチック相の層構造を示す斜視図と層内の液晶分子の挙動を説明するための模式図、

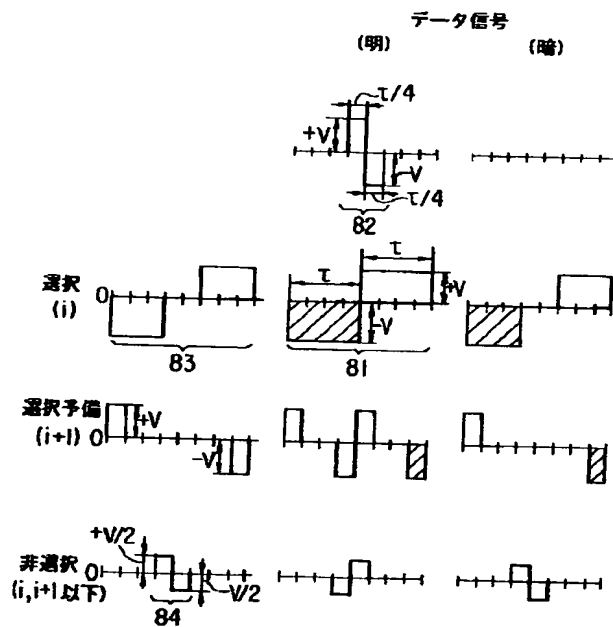
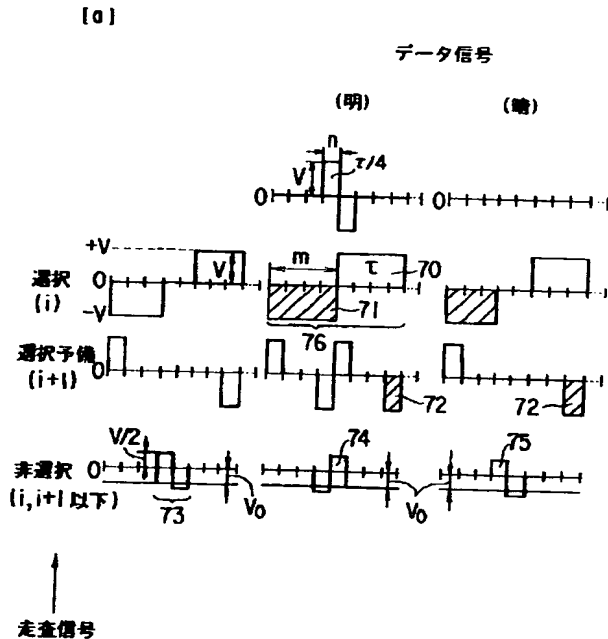
【図11】一般的な液晶分子の誘電率の3成分と円錐上の誘電率成分のあり方を説明するための模式図。

【符号の説明】

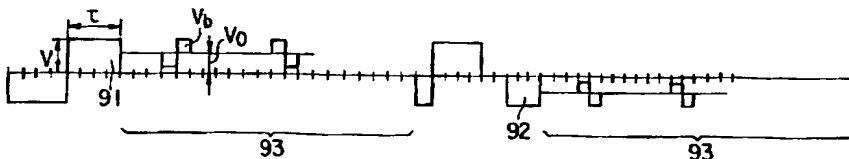
71, 72…パルス、 τ …パルス幅、 V_0 …保持電圧、 V , $V/2$, V_0 …波高値。

【図1】

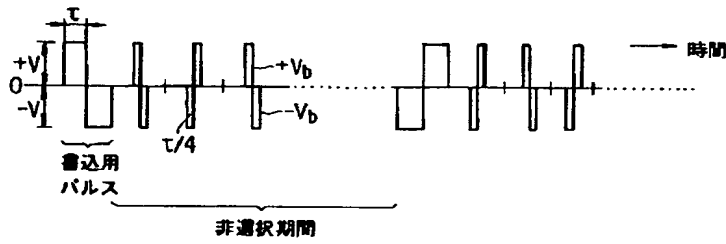
【図2】



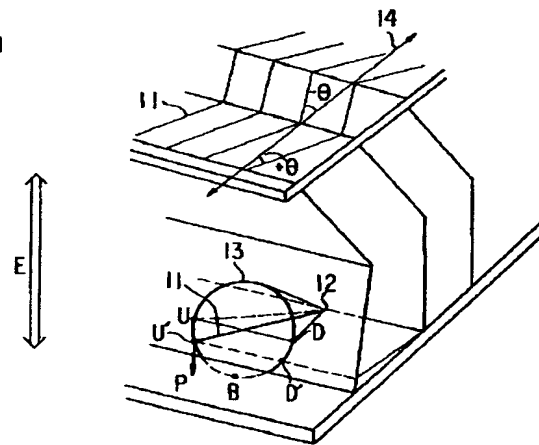
【図3】



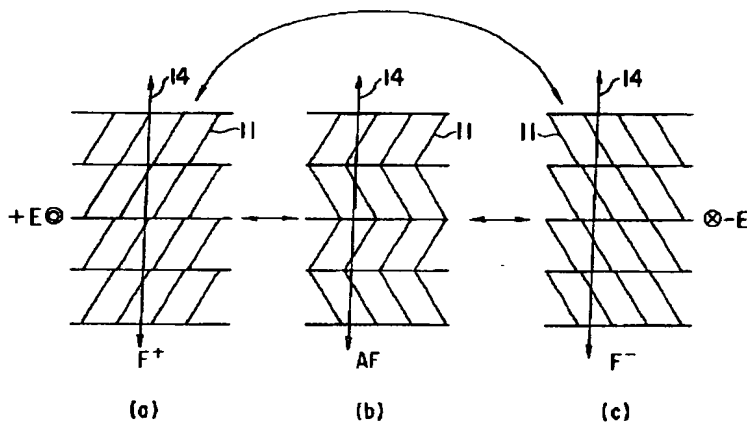
【図4】



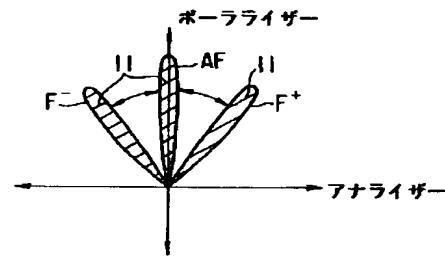
【図5】



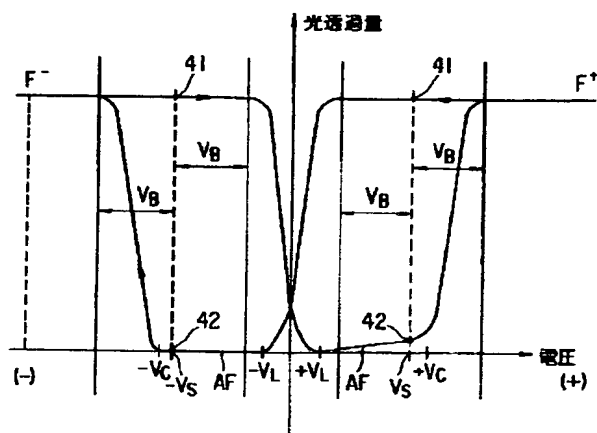
【図6】



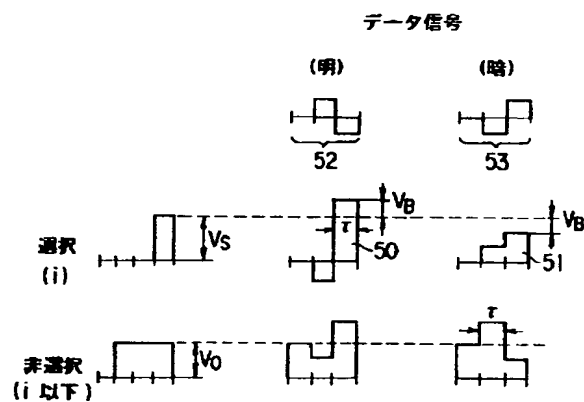
【図7】



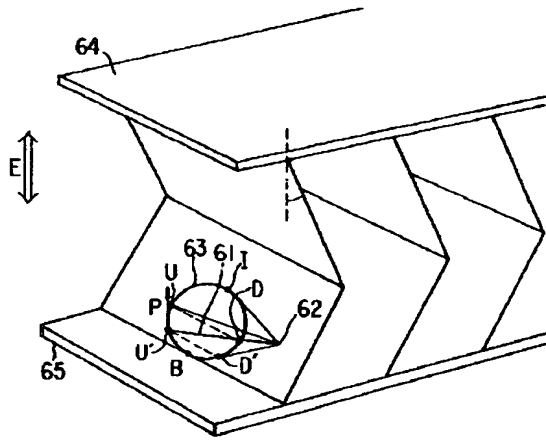
【図8】



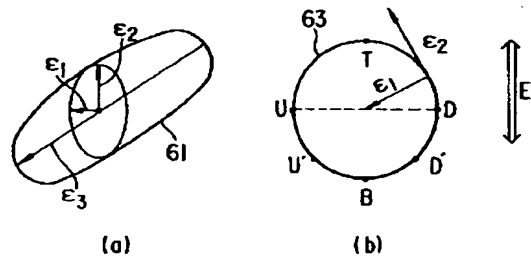
【図9】



【図10】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.